

**KATALYTISCHER REAKTOR**

**Patent number:** DE3940700  
**Publication date:** 1990-06-21  
**Inventor:** NAITO AKIO (JP); SHIMA KAZUMI (JP)  
**Applicant:** TOYO ENGINEERING CORP (JP)  
**Classification:**  
- **international:** B01J8/06; C01B3/38  
- **european:** B01J8/04H; B01J8/06H; C01B3/38B  
**Application number:** DE19893940700 19891208  
**Priority number(s):** JP19880314526 19881213

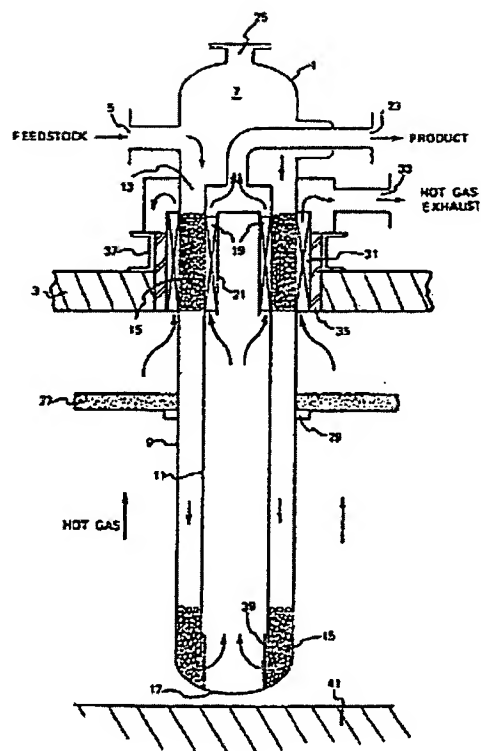
Also published as:

JP2160035 (A)  
GB2226775 (A)

Report a data error here

**Abstract of DE3940700**

A catalytic reactor of a coaxial double-tube construction is provided with a fluid reactant inlet (5) and a fluid reactant outlet (2) at one end thereof. The other end of outer tube (9) is closed (at 17), and projects into a heating vessel, a fluid reactant fed through inlet (5) flows through an annular space formed between the tubes (9) and (11) which is packed with a catalyst towards said other end, changes direction, and then flows through the inner tube (11) towards the outlet (23). A heating gas flows along the outer surface of the outer tube (9) from said other end towards said one end. Heat recovery fins (19) are provided within the inner tube (11) so as to project from the inner surface of the inner tube. In addition further heat recovery fins (31) project from an outer face of the outer tube to collect heat from gas exhausted from the furnace. Gas-permeable ceramic wall (27) may be provided to enhance heating by radiation.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

**BEST AVAILABLE COPY**

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑪ **DE 3940700 A1**

⑤① Int. Cl. 5:  
**B01J 8/06**  
C 01 B 3/38

②① Aktenzeichen: P 39 40 700.4  
②② Anmeldetag: 8. 12. 89  
②③ Offenlegungstag: 21. 6. 90

DE 3940700 A1

③① Unionspriorität: ③② ③③ ③①  
13.12.88 JP P 314526/88

⑦① Anmelder:  
Toyo Engineering Corp., Tokio/Tokyo, JP

⑦④ Vertreter:  
Grünecker, A., Dipl.-Ing.; Kinkeldey, H., Dipl.-Ing.  
Dr.-Ing.; Stockmair, W., Dipl.-Ing. Dr.-Ing. Ae.E. Cal  
Tech; Schumann, K., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat.; Jakob,  
P., Dipl.-Ing.; Bezold, G., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.;  
Meister, W., Dipl.-Ing.; Hilgers, H., Dipl.-Ing.;  
Meyer-Plath, H., Dipl.-Ing. Dr.-Ing.; Ehnold, A.,  
Dipl.-Ing.; Schuster, T., Dipl.-Phys.; Goldbach, K.,  
Dipl.-Ing. Dr.-Ing.; Aufenanger, M., Dipl.-Ing.,  
Pat.-Anwälte, 8000 München

⑦② Erfinder:  
Naito, Akio, Chiba, JP; Shima, Kazumi, Sakura,  
Chiba, JP

⑤④ **Katalytischer Reaktor**

Die Erfindung betrifft einen katalytischen Reaktor in Doppelrohranordnung mit verbesserter Wärmeenergiebilanz. Erfindungsgemäß ist zumindest im Innenrohr der Doppelrohranordnung eine Wärmerückgewinnungseinrichtung in Gestalt von Plattenkörpern zum Wärmeaustausch vorgesehen, wobei die Reaktionswärme eines im Innenrohr aufsteigenden Reaktions-Gasproduktes zur Vorerwärmung eines sich an der Außenseite des Innenrohres befindlichen Katalysators verwendet wird. Die Erfindung ist für katalytische Reaktoren, z. B. zur Erzeugung von Wasserstoff, anwendbar.

DE 3940700 A1

## Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft einen katalytischen Reaktor und insbesondere eine Einrichtung für eine endotherme Reaktion, wie z.B. eine Dampfumwandlungsreaktion zur Reformierung von Kohlenwasserstoffen, die in der Lage ist, mit einer hohen Wärme-Wiedergewinnungseffizienz und/oder einem niedrigen Energieverbrauch zu arbeiten.

Es ist ein Dampfpreformationsreaktor für einen Wasserstofferzeuger vorgeschlagen worden, der im Inneren mit einem Katalysator für eine Hochtemperaturreaktion, die Wärme, welche von einer äußeren Wärmequelle zugeführt wird, verwendet, versehen ist. Dieser Dampf-Reformations- oder -Umwandlungsreaktor verwendet eine Doppelrohr-Reaktionsanordnung, mit einem äußeren Rohr und einem inneren Rohr, das koaxial mit dem äußeren Rohr angeordnet ist, um einen effizienten Wärmeaustausch zu erreichen, die Anordnung zu miniaturisieren und einen Ringraum zwischen dem äußeren und dem inneren Raum zu bilden, in dem ein Katalysator eingebracht ist. Ein Hochtemperaturreaktions-Produktgas strömt durch das innere Rohr. Die Verwendung der Doppelrohr-Reaktionsanordnung erlaubt den Übergang der fühlbaren Wärme bzw. Eigenwärme des Reaktionsproduktgases, das durch das innere Rohr strömt, auf die Katalysatorschicht nach dem Passieren der Katalysatorschicht, die durch die Wandung des inneren Rohres auf eine hohe Temperatur erwärmt wird, die Verringerung der Kapazität einer Wärme-Rückgewinnungsausrüstung mit Wärmeaustauschern undgl., vorgesehen an der stromabseitigen Seite des Dampf-Umwandlungs- bzw. Reformierungsreaktors und die Verringerung des Wärmeverlustes, da das Reaktions-Produktgas vom Auslaß des Dampf-Reformierungsreaktors mit einer verhältnismäßig niedrigen Temperatur abgegeben wird.

Die japanische vorläufige Patentanmeldung 59-16 536 schlägt einen Doppelrohrreaktor vor, der mit höherer Wärmeausnutzung arbeitet. Dieser Doppelrohrreaktor besitzt eine Doppelrohranordnung mit einem inneren Rohr, das im Inneren mit einem Radiator versehen ist, der wärmeabstrahlende Oberflächen aufweist. Dieser Radiator dient zum Zweck des Wärmeüberganges auf die Wandung des inneren Rohres durch Strahlung ebenso wie durch Konfektion von der Eigenwärme des Reaktions-Produktgases, da der Radiator durch Konfektion erwärmt wird. Das Reaktions-Produktgas, das aus der Katalysatorschicht herausgeströmt ist, strömt durch das innere Rohr aufwärts, das im Inneren mit dem Radiator versehen ist.

Es gibt Fälle, wo ein ausreichender Wärmeaustausch durch den vorerwähnten Reaktor, der einen Radiator verwendet, nicht erwartet werden kann.

Was die Erwärmung des Reaktors angeht, wird die Wärme in der Hauptsache durch die Strahlung von einem Hochtemperaturverbrennungsgas auf den Reaktor in einem Heizofen, d.h. typischerweise einem Heizkessel oder Heizgefäß, übertragen, in dem der Reaktor angeordnet ist. Das Abgas, nämlich das Verbrennungsgas, das seine Wärme auf den Reaktor übertragen hat, wobei seine Temperatur auf ein Niveau abfallen kann, das nicht hoch genug ist, um Wärme durch Strahlung zu übertragen, wird durch einen Abgaskanal geführt, um die Eigenwärme des Abgases, z.B. durch einen Wärmeaustauscher, der eine oder mehrere Rohrschlangen enthält und innerhalb des Abgaskanals angeordnet ist, zurückzugewinnen. In solch einem Fall kann das Reak-

tionsgas (das Gas im Aufgabe- oder Ausgangszustand) zur Vorerwärmung durch den Wärmeaustauscher geführt werden, um das Reaktionsgas dem Reaktor zuzuführen, wobei dies jedoch unvermeidlich eine komplizierte Verrohrung erfordert. Die Abführung des Abgases von dem Reaktor, das noch eine höhere Temperatur hat, erhöht den Wärmeverlust, wodurch die Gesamteffektivität des Reaktors beträchtlich vermindert wird.

Es ist daher Ziel der vorliegenden Erfindung, eine Einrichtung zu schaffen, die in der Lage ist, die vorerwähnten Schwierigkeiten zu vermeiden, einen vereinfachten Aufbau besitzt und in der Lage ist, die Effizienz des Wärmeaustausches zu erhöhen, sowie in der Lage ist, Druckverluste in dem Reaktionsfluid und/oder dem Verbrennungsgas auf das geringst mögliche Maß zu vermindern, um die Energie zu reduzieren, die erforderlich ist, um den Zuführungsdruck des Speisematerials zu gewährleisten oder zu erhöhen.

Zur Lösung dieser Aufgabe ist erfindungsgemäß ein katalytischer Reaktor vorgesehen, der eine Wärmewiedergewinnungseinrichtung verwendet, wie z.B. Rippen oder Vorsprünge, die integral mit der zugehörigen Wärmeübertragungswand metallurgisch verbunden sind, so daß sie von der Wärmeübergangswand vorstehen, um den Wärmeübergang bzw. die Wärmeübertragung durch Konfektion zur effizienten Wiedergewinnung der Eigenwärme des Reaktionsproduktgases und/oder des Abgases zu erhöhen.

Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung ist ein katalytischer Reaktor mit Doppelrohraufbau und mit einem Reaktionsfluideinlaß und einem Reaktionsfluideauslaß an einem Ende des Reaktors erfindungsgemäß so ausgeführt, daß das andere Ende eines äußeren Rohres verschlossen ist, ein Teil der Doppelrohranordnung, der von einem Teil dieses einen Endes verschieden ist, in einen Heizkessel bzw. Heizbehälter hinein vorspringt, ein Reaktionsfluid, das durch den Reaktionsfluideinlaß eingeführt ist, durch einen Ringraum strömt, der zwischen dem äußeren Rohr und dem inneren Rohr gebildet ist und mit einem Katalysator gefüllt ist, zu dem anderen Ende strömt, die Strömungsrichtung an dem anderen Ende ändert und anschließend durch das Innere des inneren Rohres zum Auslaß strömt, wobei ein Heizgas entlang der äußeren Oberfläche des äußeren Rohres von dem anderen Ende zu dem einen Ende strömt und eine Wärmewiedergewinnungseinrichtung innerhalb des inneren Rohres vorgesehen ist, derart, daß sie von der Innenoberfläche des inneren Rohres vorspringt.

Bevorzugte Ausgestaltungen des Erfindungsgegenstandes sind in den Unteransprüchen dargelegt.

Die Erfindung wird nachstehend anhand eines Ausführungsbeispiels und einer zugehörigen Zeichnung näher erläutert. In dieser zeigt:

Fig. 1 einen Längsschnitt des katalytischen Reaktors nach der vorliegenden Erfindung, angeordnet innerhalb eines Heizofens.

In Fig. 1 ist im schematischen Längsschnitt ein katalytischer Reaktor nach einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung gezeigt, wobei mit 11 ein inneres Rohr, mit 5 ein Reaktionsgaseinlaß, mit 9 ein äußeres Rohr, mit 15 ein umwandelnder (reformierender) Katalysator, mit 19 eine Rippe, mit 23 ein Reaktionsprodukt-Gasauslaß und mit 27 ein gasdurchlässiges Keramikmaterial bezeichnet ist.

Der katalytische Reaktor 1 ist auf der oberen Wandung (Decke) 3 des Ofen befestigt. In diesem Ausführungsbeispiel wird ein Speisematerial-Gasgemisch (Aufgabegut bzw. Ausgangsmaterial), nämlich eine Mi-

schung von Kohlenwasserstoffen, die in der Lage sind, eine Dampf-Reformierungsreaktion auszuführen, und Dampf durch eine Katalysatorschicht hindurchgeführt und wird durch die Wärme erwärmt, die von dem Heizofen zugeführt wird, um das Ausgangsmaterial-Gasgemisch in der Hauptsache in Wasserstoff und Kohlendioxid umzuwandeln.

Das Material Gasgemisch wird durch einen Einlaß 5 und den Innenraum 7 eines oberen Deckelbereiches zu einem Ringraum 13 geführt, der zwischen einem äußeren Rohr (Zylinder) 9 und einem inneren Rohr (Zylinder) 11 ausgebildet ist und der mit einem umwandelnden (reformierenden) Katalysator 15 dicht gefüllt ist. Hierbei ist in Fig. 1 der reformierende Katalysator im Mittelbereich des Ringraumes zur Vereinfachung weggelassen. Der obere Abschnitt der Katalysatorschicht dient in der Hauptsache zur Vorerwärmung des Materialgases und der untere Abschnitt der Katalysatorschicht, der von dem oberen Abschnitt verschieden ist, dient für die Reaktion.

Das Materialgas wird reformiert bzw. umgewandelt, während es durch die Katalysatorschicht strömt, und wird in ein Reaktions-Produktgas umgewandelt, bevor es am Boden 17 des Reaktorrohres ankommt. Anschließend strömt das Reaktions-Produktgas durch das Innere des inneren Rohres 11 nach oben. Plattenförmige Rippen 19 sind integral parallel zum Strömungskanal an der Innenoberfläche eines Abschnittes des inneren Rohres 11 verbunden, und zwar an einem Abschnitt der Innenoberfläche des inneren Rohres 11, der dem Abschnitt der Katalysatorschicht entspricht, die zur Vorerwärmung dient. Die integrale Verbindung der Plattenrippen 19 erfolgt auf metallurgische Weise. Schweißen oder Löten, insbesondere Hartlöten, sind geeignete metallurgische Verbindungsweisen, um die metallischen Plattenrippen, die eine hohe Wärmeleitfähigkeit besitzen, integral einstückig mit dem inneren Rohr 11 zu verbinden.

Eine metallurgische, integrale Verbindung wird verwendet, da eine solche Verbindungsweise in ihrer Wärmeübertragungs- und Wärmeleitfähigkeit einer einfachen Kontaktverbindung überlegen ist. Ein Verfahren zum integralen Verbinden von Rippen, die durch dünne Wellplatten, wie z.B. dünne Platten aus rostfreiem Stahl, gebildet sind, mit der inneren Oberfläche des inneren Rohres 11 durch Schweißen oder Löten und das Ausbilden eines Blindrohres 21, das aus dem gleichen Material wie die Rippen bestehen kann, kann verwendet werden, um die Wärmeübergangsfläche der Rippen zu erhöhen und gleichzeitig den Druckverlust auf dem niedrigst möglichen Grad zu halten. In diesem Fall ist ein Vakuumlöten geeignet, da die Rippen aus dünnen Platten bestehen. Da das Ziel der vorliegenden Erfindung in der Erhöhung der Wärmeaustauschkapazität und Wärmeübergangseffizienz ohne Erhöhung des Druckverlustes besteht, sind solche dünnen, gewellten Plattenrippen geeignet.

Ein Ende des Blindrohres 21, vorzugsweise das obere Ende, ist verschlossen, so daß das Reaktions-Produktgas nur durch die Kanäle, welche durch die Plattenrippen gebildet werden, strömen kann.

Die Eigenwärme des Reaktions-Produktgases wird durch die Plattenrippen und durch die Wandung des Innenrohres auf den Abschnitt der Katalysatorschicht übertragen, die zur Vorerwärmung dient, um das Materialgas, das nach unten durch die Katalysatorschicht strömt, durch die Eigenwärme vorzuwärmen, so daß die Temperatur des Reaktions-Produktgases sich vermin-

dert. Nachdem auf diese Weise eine Verminderung in der Gastemperatur des Reaktionsproduktes erfolgt ist, wird das Reaktions-Produktgas vom Auslaß 23 des Reaktors abgeführt.

Dann wird gewöhnlich das Reaktions-Produktgas, das von dem katalytischen Reaktor abgeführt wird, durch einen Kohlenmonoxid-Wandler und einen Druckschwankungs-Adsorber behandelt, um die Reinheit des Wasserstoffs des Reaktions-Produktgases für die gewünschten Zwecke, wie z.B. für die Speisung von Wasserstoffelektroden, von Brennstoffzellen zu erhöhen. In Fig. 1 ist mit 25 eine Öffnung zur Zuführung des Katalysators zur Einfüllung in den Reaktor bezeichnet.

Der katalytische Reaktor, der in Fig. 1 gezeigt ist, ist mit einer gaspermeablen bzw. gasdurchlässigen Wandung 27 aus Keramikmaterial versehen, um wirksam die Strahlungswärme des Verbrennungsgases auszunutzen. Die Plattenwand 27 aus Keramikmaterial wird durch das Reaktorrohr ungefähr im Mittelabschnitt, bezogen auf die Länge des Reaktorrohres, gelagert, so daß sie das Reaktorrohr umgibt und den Innenraum des Ofens in einen oberen und einen unteren Abschnitt unterteilt. Mit 29 ist eine Lagerung zur Abstützung bzw. Lagerung der Keramikplatte bezeichnet.

Im unteren Abschnitt unterhalb der Wandung 27, d.h. den Strahlungswärme-Übertragungsräumen, wird die Wärme des Verbrennungsgases von dem Verbrennungsgas auf das Reaktorrohr hauptsächlich durch Strahlung übertragen. Entsprechend ist es nicht ratsam, im unteren Abschnitt Plattenrippen vorzusehen. Nach der Übertragung der Wärme durch Strahlung strömt das Verbrennungsgas durch die gasdurchlässige Keramikwand und erwärmt die Keramikwandung durch seine Eigenwärme. Anschließend strahlt die Keramikwandung Wärme in den unteren Abschnitt, um den Abschnitt des Reaktorrohres, der von der Keramikwandung 27 nach unten ragt, zusätzlich zu erwärmen.

Die gasdurchlässige Keramikwandung 27 kann durch eine gaspermeable Wand ersetzt werden, die aus einem beliebigen anderen Material, das von Keramik verschieden ist, besteht, wie z.B. aus einem Material, das zumindest teilweise aus Metall besteht, vorausgesetzt, daß das Material wärmebeständig und gasdurchlässig ist und in der Lage ist, wirksam Wärme in den Strahlungswärme-Übergangsraum zurückzustrahlen und es dem Verbrennungsgas zu ermöglichen, durch die gaspermeable Wand mit niedrigem Druckverlust hindurchzuströmen.

Obwohl die Temperatur des Verbrennungsgases, das durch die gaspermeable Wand strömt, zu einer Wärmeübertragung durch Strahlung nicht (mehr) hoch genug ist, hat das Verbrennungsgas an diesem Punkt bzw. in dieser Stufe noch eine ausreichende Eigenwärme. Um diese Wärme des Verbrennungsgases wirksam zur Vorerwärmung des Materialgases zu nutzen, ist eine Wärmerückgewinnungseinrichtung zur Rückgewinnung von Wärme durch Konfektion, nämlich Plattenrippen 31, ähnlich den vorerwähnten inneren Plattenrippenkörpern, integral einstückig mit der Außenfläche des Reaktionsrohres auf metallurgische Weise verbunden. Da ein Rohr, das die Plattenrippen 31 umgibt, zum Wärmeübergang nichts beitragen muß, kann es durch einfache Umhüllung gebildet werden.

Der Abschnitt des Heizkessels bzw. Heizbehälters über dem gaspermeablen Material ist als Konfektionswärme-Übertragungsraum gestaltet, im Kontrast zu dem Strahlungswärme-Übertragungsraum im unteren Abschnitt.

Das Verhältnis der vertikalen Dicke bzw. Abmessung

der Wärmeübertragungsräume in vertikaler Richtung wird in der Hauptsache entsprechend der Temperatur des Heizgases verändert und angepaßt.

Ein Gas, das durch eine Wärmequelle erhitzt wird, welche z.B. die Verwendung einer Verbrennung außerhalb des Heizkessels oder Heizbehälters sein kann, ebenso wie ein Gas eines Verbrennungsofens, gebildet im Strahlungswärme-Wärmeübertragungsraum des Heizkessels oder -behälters, kann in den Strahlungswärme-Wärmeübertragungsraum eingeführt werden, das anschließend durch Strömung durch die gaspermeable Wand in den Konfektionswärme-Wärmeübertragungsraum strömt.

Mit 33 ist ein Abgasauslaß bezeichnet, mit 35 ein Wärmeisolator, mit 37 eine Lagerung, gebildet durch Profilstähle, mit 39 ein Trennrohr, vorgesehen innerhalb der Doppelrohranordnung, und mit 41 ist die Bodenwandung (Boden) des Ofens bezeichnet.

Das Trennrohr 39 ist vorgesehen, um den Eintritt des in dem Ringraum verdichteten bzw. eingefüllten Katalysators in das innere Rohr 11 zu vermeiden. In diesem Ausführungsbeispiel ist das Trennrohr 39 koaxial mit dem inneren Rohr 11 am Boden 17 des äußeren Rohres 9 befestigt, so daß es relativ zu dem inneren Rohr 11 entlang der inneren oder äußeren Oberfläche des inneren Rohres 11 axial beweglich ist. Ein Abschnitt des Trennrohres 39 zwischen dem unteren Ende des inneren Rohres 11 und dem Boden 17 des äußeren Rohres 9 ist perforiert bzw. mit Öffnungen versehen, um es dem Reaktions-Produktgas zu ermöglichen, aus dem Ringraum durch diesen Abschnitt in das innere Rohr 11 zu strömen. Da das Trennrohr 39 an dem äußeren Rohr 9 befestigt ist, kann die Bewegung zwischen dem inneren und äußeren Rohr 11, 9 relativ zueinander infolge einer Differenz in der thermischen Ausdehnung zwischen diesen Rohren leicht absorbiert werden.

Die Eigenwärme des Reaktions-Produktgases und diejenige des Verbrennungsgases können wirksam sowohl durch die Plattenrippen, vorgesehen an der Innenoberfläche des inneren Rohres 11 des Reaktionsrohres als auch an der äußeren Oberfläche des äußeren Rohres 9 des Reaktionsrohres wiedergewonnen werden. Erfindungsgemäß sind die Plattenrippen sowohl an der inneren Oberfläche des inneren Rohres 11 des Reaktionsrohres als auch an der äußeren Oberfläche des äußeren Rohres 9 des Reaktionsrohres vorgesehen, wie dies oben erläutert ist. Plattenrippen können, falls erforderlich, jedoch auch an der inneren und äußeren Oberfläche des inneren Rohres 11 des Reaktionsrohres und/oder an einem Abschnitt oder über die gesamte Fläche der inneren und äußeren Oberfläche des äußeren Rohres 9 des Reaktionsrohres angeordnet sein, wobei die Auslegung entsprechend der Berücksichtigung der berechneten thermodynamischen Vorteile und der baulichen Ausführbarkeit erfolgt.

Aus der vorangegangenen Beschreibung ist deutlich, daß der katalytische Reaktor nach der vorliegenden Erfindung, vorgesehen in dem Heizbehälter bzw. Heizkessel, mit einer Wärmerückgewinnungseinrichtung versehen ist, insbesondere mit einer Wärmeübertragungseinrichtung, wie z.B. Wärmetauschern, die als gewellte Plattenrippen ausgeführt sind, die wirksam sind, die Wärmeübergangsfläche zu erhöhen und die an den erforderlichen Abschnitten des inneren Rohres 11 und/oder des äußeren Rohres 9 des Reaktorrohres bzw. Reaktorbehälters vorgesehen sind. Somit kann die sensible oder Eigenwärme des Reaktions-Produktgases und diejenige des Verbrennungsgases ausreichend zur Vor-

wärmung des Materialgases verwendet werden. Infolgedessen wird der Wirkungsgrad der Wärmerückgewinnung erhöht, die Gesamtkapazität des Wärmeaustausches der Erwärmungsfläche verbessert und kann der Reaktor in einer sehr kompakten Konstruktion ausgeführt werden. Da außerdem das Reaktionsfluid und/oder das Verbrennungsgas mit verhältnismäßig kleinem Druckverlust strömen kann, kann die Energie, die für die Zwangsströmung des Reaktionsfluides und/oder des Verbrennungsgases erforderlich ist, vermindert werden.

Die Erfindung betrifft einen katalytischen Reaktor vom Aufbau mit koaxialer Doppelrohrkonstruktion, der mit einem Reaktionsfluideinlaß und mit einem Reaktionsfluidauslaß an seinem Ende versehen ist und der sich dadurch auszeichnet, daß das andere Ende des äußeren Rohres 9 verschlossen ist, ein Abschnitt der Doppelrohranordnung, der vom Abschnitt dieses einen Endes des Reaktors verschieden ist, in einen Heizkessel hinein vorsteht, ein Reaktionsfluid, das durch den Reaktionsfluideinlaß eingeführt wird, durch einen Ringraum strömt, der zwischen dem äußeren Rohr 9 und einem inneren Rohr ausgebildet ist und in dem ein Katalysator eingeführt ist, und zu dem anderen Ende strömt, das Reaktionsfluid an dem anderen Ende seine Strömungsrichtung ändert und anschließend durch das Innere des inneren Rohres 11 zu dem Auslaß strömt, wobei ein Heizgas entlang der Außenoberfläche des äußeren Rohres von dem anderen Ende zu dem einen, erstgenannten Ende strömt und eine Wärmerückgewinnungseinrichtung innerhalb des inneren Rohres 11 vorgesehen ist, derart, daß sie von der Innenoberfläche des inneren Rohres 11 vorspringt.

#### Patentansprüche

1. Katalytischer Reaktor vom Typ mit einem koaxialen Doppelrohraufbau, versehen mit einem Reaktionsfluideinlaß und einem Reaktionsfluidauslaß an dem einem Ende des Reaktors, dadurch gekennzeichnet, daß das andere Ende eines äußeren Rohres (9) verschlossen ist (17), ein Abschnitt der Doppelrohranordnung (9, 11), der von dem Abschnitt an dem einen Ende verschieden ist, in einen Heizbehälter hineinragt, ein Reaktionsfluid, das durch den Reaktionsfluideinlaß (5) eingeführt wird, durch einen Ringraum (13), ausgebildet zwischen dem äußeren Rohr (9) und einem inneren Rohr (11) und gefüllt mit einem Katalysator (15) zu dem anderen Ende strömt, seine Strömungsrichtung an dem anderen Ende ändert und anschließend durch das Innere des inneren Rohres (11) zu dem Auslaß (23) strömt, ein Heizgas entlang der äußeren Oberfläche des äußeren Rohres (9) von dem anderen Ende zu dem erstgenannten, einen Ende strömt und eine Wärmerückgewinnungseinrichtung (19, 21) zumindest innerhalb des inneren Rohres (11) vorgesehen ist, derart, daß sie von der inneren Oberfläche des inneren Rohres (11) vorspringt.

2. Katalytischer Reaktor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein Heizgasauslaß, durch den das Heizgas aus dem Heizbehälter auströmt, ein Ringraum ist, koaxial mit der Doppelrohranordnung (9, 11), wobei der Ringraum zwischen der Außenwandung eines Abschnittes des äußeren Rohres (9) nahe des einen Endes der Doppelrohranordnung (9, 11) und der Wandung des Heizbehälters im Bereich dieses einen Endes der Doppelrohranordnung (9, 11) gebildet wird, wobei durch diese Wan-

dung (3) des Heizbehälters die Doppelrohranordnung (9, 11) in den Heizbehälter hinein vorspringt.

3. Katalytischer Reaktor nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Wärmerückgewinnungseinrichtung (31) von der äußeren Oberfläche des äußeren Rohres (9) vorspringt. 5

4. Katalytischer Reaktor nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Wärmerückgewinnungseinrichtung (19, 21) an einer Stelle vorgesehen ist, die dem Heizgasauslaß (23) entspricht. 10

5. Katalytischer Reaktor nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Wärmerückgewinnungseinrichtung (31) an einer Stelle vorgesehen ist, die dem Heizgasauslaß (33) entspricht.

6. Katalytischer Reaktor nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Wärmerückgewinnungseinrichtung (21, 31) plattenförmige Rippen aufweist, welche Strömungswege parallel zur Längsachse der Rohre (9, 11) bilden. 15

7. Katalytischer Reaktor nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Innenraum des Heizbehälters bzw. Heizkessels in einen Strahlungswärme-Wärmeübertragungsraum an der Seite des anderen Endes der Doppelrohranordnung (9, 11) und in einen Konfektionswärme-Wärmeübertragungsraum an der Seite des gegenüberliegenden, einen Endes der Doppelrohranordnung (9, 11) durch eine gaspermeable Wand (27) unterteilt ist, durch die das andere Ende der Doppelrohranordnung (9, 11) sich weg von dem einen Ende der Doppelrohranordnung (9, 11) zugewandten Wandung (3) des Heizbehälters erstreckt. 20 25 30

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

35

40

45

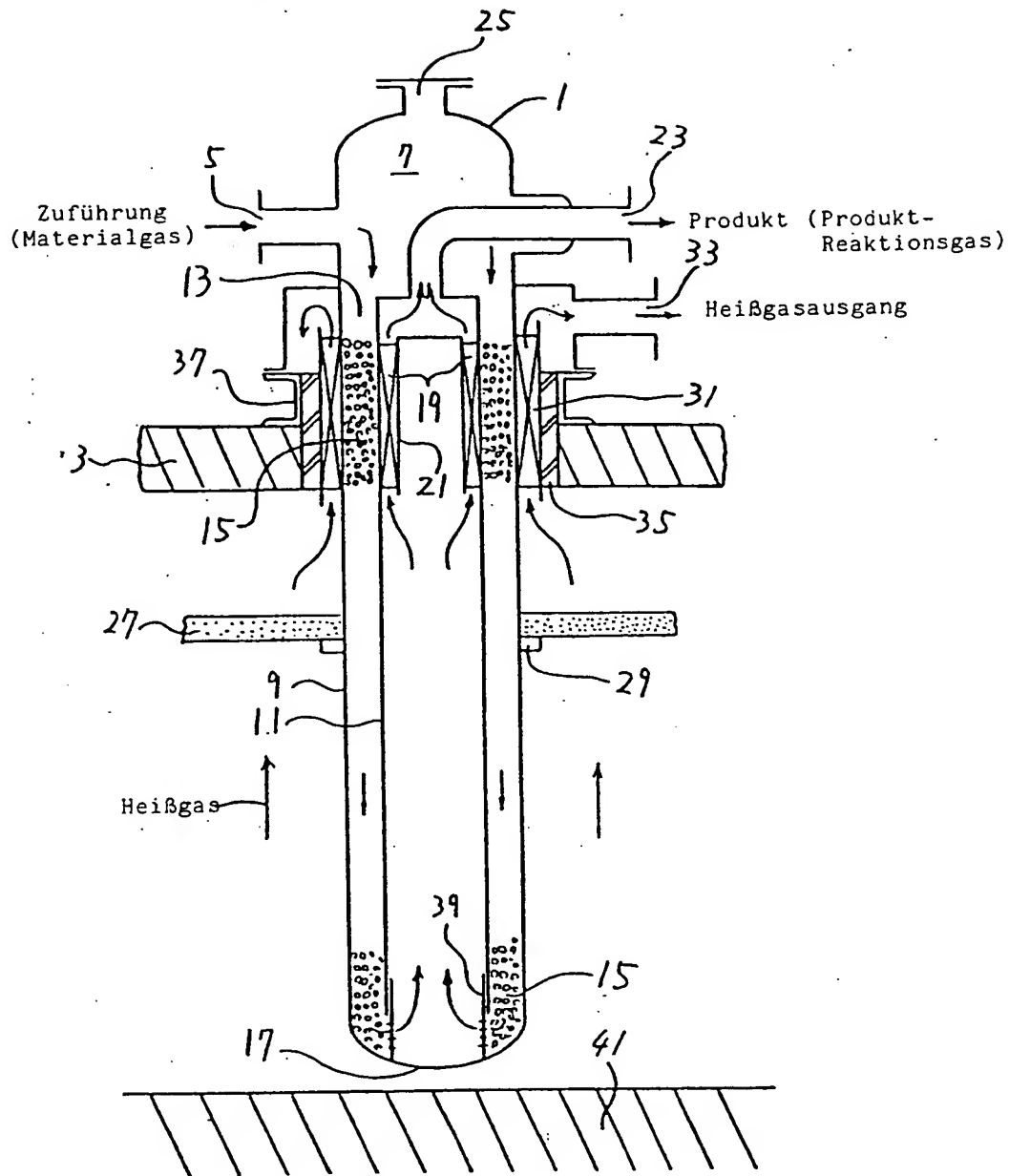
50

55

60

65

Fig. 1



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**